CONFIABILIDAD DE LOS METODOS:
SISTEMATICA ALFA Y TAXONOMIA NUMERICA

JORGE N. ARTIGAS

Introducción

De las múltiples definiciones de sistemática o taxonomía, sin considerar la diferencia entre ambos vocablos, sin duda la más primaria es la que indica que es la "ciencia de la agrupación de similitudes". Esta ciencia prácticamente puede llevarse en cualquier campo de las necesidades humanas en que se necesite agrupar, ordenar, clasificar, almacenar, etc., con el objeto de facilitar un posterior uso de la información. Ello es válido tanto para ordenar especies animales o vegetales, tipos de rocas, artículos de ferretería, materiales de construcción o simplemente ideas.

No es extraño, por lo tanto, que se haya destinado un esfuerzo importante a fijar técnicas que permitan transformar la sistemática en una herramienta confiable. ¿Qué puede hacerla más o menos confiable?. Es ese el motivo de este estudio introductorio.

Sistemática Alfa

Muchos autores entienden por ello el método de agrupación elaborado por un experto en el tema, quien conociendo por experiencia propia o recibida, cuáles son los caracteres más importantes, significativos y de fácil uso que determinan una forma, los ordena según estima en una gradación de importancia y conforme ello crea los grupos, subgrupos y otras categorías hasta llegar a la forma o unidad indivisible.

Un alto contenido de subjetivismo se usa en esta labor y el resultado, en este caso las agrupaciones, corresponderán a "la opinión del especialista". Este método a primera vista débil y antojadizo, en las ciencias naturales ha llegado a tener una rara consistencia, al parecer porque los largos años de trabajo de sucesivas generaciones han ido seleccionando caracteres cada vez más confiables y los modernos métodos de observación y medición han permitido el uso de nuevos caracteres, a veces más confiables, que han permitido desechar los inseguros, sin disminuir peligrosamente el número total de caracteres usados.

Las críticas a este sistema son indudablemente válidas porque a menudo nos obliga a transformarnos en seguidores de algún autor o estructurar un sistema propio.

Existe la posibilidad que dos autores, usando el mismo grupo de caracteres, concluyan proponiendo dos sistemas diferentes de agrupación, ambos por supuesto válidos. Ninguna importancia tendría este hecho si cada sistema de agrupación estuviera aislado de los sistemas restantes, como podría suceder en un sistema para clasificar peinetas y otro para clasificar tornillos. El problema se presenta en ciencias naturales y en otros campos, donde los sistemas deben interconectarse unos con otros y terminan fatalmente comparándose e in-

cluso compartiendo caracteres; se hace entonces imposible aceptar que un carácter tenga un determinado valor en un sistema o agrupación y otro en el vecino inmediato. Ej. si se usa un carácter para separar dos clases, no es natural que en otra agrupación se use para separar sólo familias.

Los niveles de semejanza deberían ser parecidos entre unidades que conforman taxa de similar nivel. Por ejemplo, no deberían diferir más dos crustáceos de diferente género de una familia que dos insectos de diferente género de una familia. Esta norma ideal, deseable, es imposible en agrupaciones de elementos de ciencias naturales, por constituir ellos productos finales de procesos cuya velocidad, dirección e intensidad de transformación han sido muy diferentes. Válido sin embargo parece ser para artículos manufacturados como piezas de repuestos de maquinaria, estampillas, tipos de jabones, etc. Descubrir esta imposibilidad vuelve a hacernos aceptar por su valor práctico, hasta cierto grado, las ordenaciones subjetivas.

El peso subjetivo que cada autor otorga a los caracteres de Sistemática Alfa deja sin efecto, la mayoría de las veces, la importancia del número de caracteres usados, llegando a seleccionar entre ellos dos o tres y algunas veces uno solo, como carácter diagnóstico por excelencia. Este hecho se corrobora al existir tantas claves y diagnosis donde uno o unos pocos caracteres separan un taxón de otro. Estos caracteres permiten construir eficientes herramientas de clasificación, de ahí que se han mantenido en uso por tantos años. El problema aparece sólo cuando se ejecutan trabajos de síntesis o revisiones generales.

El principio de autoridad, al que son especialmente aficionados los botánicos, parece un anacronismo en una época plena de mecanismos semi pensantes, sin embargo vale la pena recordar que un experto con experiencia, que se ha destacado en su campo, conoce tan bien el material que estudia, que algunas veces puede intuir una nueva especie o una agrupación. Esta intuición no es muy diferente que el trabajo de una computadora: ha sido alimentada por años con los datos aportados por la experiencia; éstos se han procesado de acuerdo con un programa producto del estudio de trabajos y experiencias ajenas y la computadora usada es su cerebro, que tiene ventajas y desventajas con respecto a las máquinas pero es esencialmente similar.

Taxonomía numérica

Entre la Sistemática Alfa y la Taxonomía Numérica, hay varios métodos o sistemas intermedios que usan algo de ambos extremos más algunas concepciones propias. Por tener este trabajo el interés de comparar resultados, se usarán sólo los métodos extremos.

La Taxonomía Numérica basa su mecanismo de operación en la agrupación de unidades (OTU) conforme compartan iguales características (niveles de similitud), o no compartan las mismas características (niveles de disimilitud). Para efectuar las agrupaciones (clustering), obliga a entregarle información tomada de una manera estricta que se resume en los siguientes puntos prácticos:

a) Cada grupo de individuos, idénticos de acuerdo a la opinión del autor, se denomina OTU (Operational Taxonomic Unit) y puede haber tantos como el autor lo estime necesario, pudiendo llegar a considerar cada individuo un OTU.
b) En adelante cada OTU queda representado por un individuo del grupo, del cual se obtienen todos los datos relativos a las características que lo definen (medidas, formas, proporciones, respuestas o estímulos, elementos de composición, etc.).
c) A todos los OTU se les analizan las mismas características, las que se denominan *caracteres* y el número de éstos debe ser el más alto posible. Se debe evitar que la definición de uno, implique toda o parcialmente, la definición de otro.
d) Cada carácter se representa en *estados*, los que se definen y numeran,

de manera que cada posibilidad existente en el grupo esté considerada de antemano en la numeración.

e) Para cada OTU se define el estado en que se encuentra cada carácter (Ej. Carácter: tipo de ojo (carácter 7); estado: negro reticulado (estado 2), ver cuadro 1).

f) Para todos los OTU se establece el estado de cada carácter sin diferencia alguna de valor o peso entre ellos (sin interferencia subjetiva del autor).

Luego la información se procesa de acuerdo a un método o programa que incluye un algoritmo de agrupación y una definición de niveles de corte de los clusters o grupos. Esta información es anotada en tarjetas perforadas. Como la computadora entrega los listados de agrupaciones sin intervención humana, se estima que no ha intervenido la apreciación subjetiva. Esto es sin embargo falso en gran medida porque:

a) El autor determina cuáles unidades conforman un OTU.

b) El autor interviene en la elección de los caracteres.

c) Cuando los estados de un carácter no son merísticos, hay subjetividad en su interpretación.

d) En el algoritmo de agrupación se definen los niveles de similitud que formarán las líneas del fenón.

e) Las diferentes líneas del fenón o línea de unión de agrupación de los OTU en los cladogramas, es interpretada subjetivamente por el autor para signarles rangos de taxón.

f) Los caracteres adquieren de todos modos un peso propio. Este fenómeno se interpreta y valora en el experimento efectuado en este trabajo.

El hecho más conflictivo se produce cuando el autor debe interpretar el cladograma. Los autores poco experimentados con el método pero conocedores del taxón con que trabajan, se impresionan frente a la rigidez del cladograma que obtienen. Muchos autores actualmente usan el cladograma como una buena fuente de inspiración para efectuar sus agrupaciones, concediendo a ciertos taxa el beneficio de unirse a diferente nivel que otro de igual rango. Para ello, el autor recurre a su conocimiento del grupo y en consideración a antecedentes paleontológicos, distribucionales, ambientales, de comportamiento, etc. hace el ajuste necesario (Fig. 1). El principio de autoridad adquiere nuevamente el valor que tiene en la Sistemática Alfa.

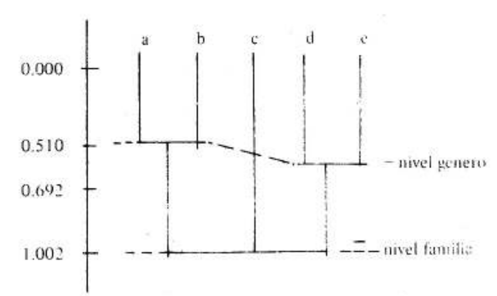


Fig. 1.– Nivel genérico ajustado por el autor.

Los niveles fenéticos tampoco pueden ser comparables entre diferentes sistemas, en los cuales se hayan usado caracteres diferentes, número de estados diferentes, número de OTU diferentes, etc. Por esta razón no se han establecido niveles fenéticos (línea del fenón) estrictos para cada rango de taxón, como algunos pensaron que podría ser posible cuando se popularizó el uso del método. Tampoco ahora sería ello posible por existir diversos programas y algoritmos actualmente en uso y se continúa aún investigando para mejorarlos.

Experimento con modelos artificiales

Con el objetivo de comparar ambos métodos y someterlos a distorsiones que permitan conocer sus limitaciones, se diseñó un experimento cuyo material base son 12 dibujos que representan cada uno una especie animal (un OTU) en el supuesto que *cada uno representa a una importante serie de individuos y*

todas las estructuras existentes son sólo las que se pueden apreciar desde su vista dorsal, además del número de cromosomas que se indica. (Ej. K 22) y de la presencia o ausencia de una letra *V* en el tercio posterior que indica que poseen glándula de veneno. Los 12 individuos se denominan "animálculos" y se muestran en la Lám. I.

Estos animales se estudiaron por Sistemática Alfa y se concluyó que un sistema de ordenación podía ser el siguiente:

Dos "familias" en base al tipo de su antena: *Setiformes* y *Clavadas*; por ser este elemento sensorial de mayor importancia.

Ant. Setiformes: 2 géneros, I con pata prehensora, 4 ssp: 3, 6, 9 y 11. II con pata de uña simple, 1 sp: 8.

Ant. Clavadas: 3 géneros, I con segmento antenal apical globoso y pata prehensora, 1 sp. 12. II con segmento antenal apical globoso y pata de uña sencilla, 3 spp: 1, 4 y 10. III con segmento antenal apical largo y grueso, 3 spp: 2, 5 y 7.

El resto de los caracteres no usados se estiman propios de cada especie y su presencia en varios géneros, una adaptación al medio, resuelta en forma similar por varias líneas filogenéticas.

Esta ordenación es tan válida como cualquier otra que haya seguido razonamientos semejantes pero usando con mayor énfasis otros caracteres (peso de los caracteres). La arbitraria confección de los animálculos favorece la multiplicidad de ordenamientos válidos. En la naturaleza hay mayor consistencia en la presencia de grupos de caracteres de valor "ligado" (relaciones morfológicas de homología, v. gr.).

Los mismos animálculos se estudiaron por Taxonomía Numérica. Los caracteres usados y los estados en que ellos se expresan se indican en el listado siguiente:

Caracteres		**Estados**
a. forma del cuerpo	1	triangular
	2	oval
	3	rectangular
b. tipo de antena	1	ápice globoso
	2	ápice subcilíndrico
	3	ápice setoso
c. forma de pata	1	tibia ancha, fuertemente dentada
	2	tibia larga y delgada
	3	tibia corta y gruesa
d. apéndice caudal	1	sin apéndice
	2	apéndice circular pequeño, único
	3	apéndice doble
	4	apéndice largo, único
e. forma de cabeza	1	con prolongación frontal.
	2	sin prolongación frontal
f. hombros	1	con espina
	2	sin espina
g. ojos	1	blancos con centro negro
	2	negros reticulados
h. número de cromosomas	1	18 cromosomas
	2	22 cromosomas
	3	26 cromosomas
i. glándula de veneno	1	con glándula de veneno
	2	sin glándula de veneno
j. fémur	1	con espolón
	2	sin espolón
k. tibia	1	con espinas
	2	sin espinas
l. tarsos	1	con una uña
	2	con dos uñas

De acuerdo a esta pauta, los OTUs presentan sus caracteres en los estados que se indican en el cuadro 1.

CARACTERES

OTUs	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*j*	*k*	*l*
1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1
2	1	2	2	3	2	2	1	1	2	2	1	1
3	1	3	3	4	2	2	1	2	2	1	2	2
4	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1
5	2	2	2	3	1	2	1	3	2	2	1	1
6	2	3	3	4	2	2	2	2	2	1	2	2
7	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
8	2	3	2	3	2	2	1	3	2	2	1	1
9	3	3	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2
10	1	1	1	2	2	2	2	3	1	2	2	1
11	1	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2
12	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1	2	2

Cuadro 1.– Estados de los caracteres presentados por los OTUs estudiados.

La información se pasó a tarjetas perforadas y se procesó según un programa preparado en la Universidad de Concepción por el Sr. Miguel Ramírez (Anal. Sist.), basado en a) coeficientes de similitud (modificado en parte) de Rogers, D. J. y T. T. Tanimoto, 1960 y b) algoritmo de agrupación (clustering) de van Rijsbergen, C. J., 1970. El programa fue procesado en un computador IBM 1620 con 40.000 posiciones de memoria.

El cladograma obtenido a partir de los clusters (grupos de igual similitud) es el presentado en la Fig. 2.

De acuerdo a este cladograma su interpretación para conformar grupos taxonómicos podría ser, sin variaciones demasiado notables, salvo por el valor taxonómico asignado a cada línea del fenón, el siguiente:

Hay 4 grupos (nivel 1.158) a los cuales pudiera otorgárseles nivel de familia: A, B, C, D y E (ver fig. 3). La familia A con dos géneros (nivel 0.735), uno de ellos con dos especies: OTUs 8 y 5, el otro monotípico, OTU 2. La familia B con tres géneros, dos monotípicos OTUs 10 y 7 y uno con dos especies: OTUs 4 y 1. La familia C con un género monotípico OTU 11 y otro con dos especies: OTUs 6 y 3. Los OTUs 9 y 12 conforman una familia cada uno con géneros monotípicos.

El cladograma analizado, es de acuerdo a las bases del experimento, el resultado de agrupaciones donde se emplearon todos los caracteres existentes posibles de usar, sin considerar su importancia. Se estimó que habría sido imposible agregar un carácter más. El cladograma presenta, por lo tanto, la agrupación efectuada sin intervención del autor y con todos los caracteres con peso supuestamente similar.

Para comprobar esta aseveración, se planificó una experiencia según la cual en procesos similares, con el mismo material (animálculos), se dejó de usar uno o varios caracteres para observar en qué forma varía el cladograma en cada caso y concluir los riesgos que ello implica al ser usado como elemento de análisis.

Peso individual de los caracteres usados en Taxonomía numérica

Si la frecuencia con que cada estado de un carácter se presenta es diferente a la de otros, ello implica una diferencia medible, del mismo modo que el número de estados en que cada carácter está presente. En el cuadro 2 se presenta la frecuencia de los estados en cada carácter y el número de estados (Ej. Carácter *d:* 4 estados; Carácter *e*: 2 estados).

CARACTERES

ESTADOS		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
	1	7	4	4	2	4	3	8	4	5	3	3	7
	2	4	3	4	3	8	9	4	5	7	9	9	5
	3	1	5	4	4				3				
	4				3								

Cuadro 2.– Cuadro de las frecuencias de los estados en cada carácter.

Si los estados de los caracteres se presentan en igual frecuencia relativa (Ej. Carácter *c*, estado 1 = 4 OTUs; estado 2 = 4 OTUs y estado 3 = 4 OTUs), la separación o diferencia entre los OTUs basada en este carácter será mayor que si la frecuencia de los estados de un carácter es diferente entre sí (Ej. carácter ***a***, estado 1 = 7 OTUs; estado 2 = 4 OTUs y estado 3 = 1 sólo OTU), pues varios de ellos compartiran un estado y uno de ellos sólo presentará un estado diferente al resto, ver Fig. 2.

Esto puede expresarse como que un carácter "tiene más peso" o gravita más al formar agrupaciones (clusters) cuando las frecuencias (fr.) de sus estados sean más semejantes.

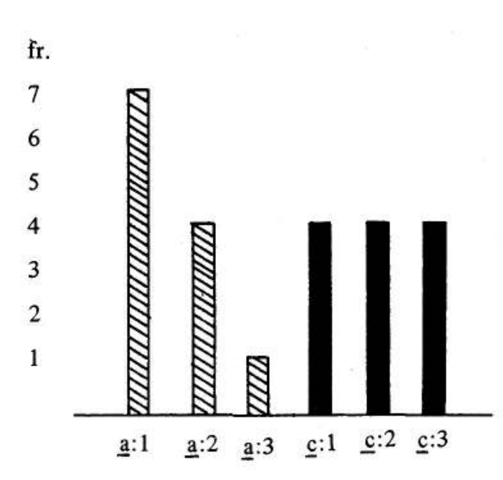


Fig. 2.– Gráfico de las frecuencias relativas de los caracteres *a* y *c* (*a*: 1 = carácter *a*, estado 1)

Si un carácter tiene tantos estados como OTUs hay en estudio, quiere decir que cada OTU se caracteriza por presentar un estado que le es propio, por el cual podrá ser separado del resto de los OTUs (Ej. si cada OTU tiene un color diferente, ellos se podrían separar sólo por el color). Este carácter tendrá el "peso máximo" que puede tener un carácter.

El peso individual de los caracteres

Para determinar el peso individual (PI) de un carácter se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$PI = \frac{\text{número de estados}}{\text{frecuencia mayor x número de OTUs}}$$

Así por ejemplo el carácter *1*:

$$PI = \frac{2}{7 \times 12} = 0.023$$

De acuerdo con esta fórmula el PI de los caracteres estudiados es el siguiente:

Carácter	PI
a	0.035
b	0.050
c	0.062
d	0.083
e	0.020
f	0.018
g	0.020
h	0.050
i	0.023
j	0.018
k	0.018
l	0.023

Cuadro 3.– Peso individual de los caracteres.

El peso individual (PI) de un carácter no puede ser mayor que uno

En este caso $\frac{12}{1 \times 12} = 1$; para un carácter con 12 estados.

Ni menor que el número de estados del carácter dividido por el producto de OTUs por ese mismo número, menos 1.

En este caso: $\frac{2}{11 \times 12} = 0.015$

Si se agrega o sustrae un OTU a un grupo en estudio, la frecuencia de los estados variará modificando el peso individual de cada carácter: éste se hará menor a medida que aumente el número de OTUs.

Ej. $\frac{12}{11 \times 12}$ = 0.090 (peso individual de un carácter con 12 OTUs).

Ej. $\frac{12}{12 \times 13}$ = 0,075 (peso individual del mismo carácter con 13 OTUs).

En la práctica ésto sucede cuando se agrega una nueva especie o se aumenta el número de OTUs, que puede llegar a ser, como máximo, igual al número total de especímenes en estudio (ésto sucede cuando se desea afinar al máximo el análisis por Taxonomía Numérica).

Si se agrega o sustrae un carácter, el peso individual (PI) de los caracteres restantes no se altera; los caracteres tienen su propio peso individual, sin estar condicionado al peso de los restantes.

Para demostrar las consecuencias que este hecho puede tener en la formación de agrupaciones (cladograma), se repitió el mismo estudio de los animálculos, por Taxonomía Numérica, pero retirando del estudio el carácter *d* (el de mayor peso individual: 0.083). El resultado es la Fig. 4. Al comparar este dendograma con el que emplea todos los cateres (Fig. 3), se observan diferencias interesantes: a) todos los niveles de agrupación varían, formándose en líneas de más alta disimilitud (menor similitud); b) las agrupaciones de los OTUs 10, 7, 4, 1 (B) y 2, 8, 5 (A) mantienen la misma relación. En el grupo 11, 6, 3 (C) se produce un cambio notable, el OTU 9 se une al 11 en el nivel 0.807 y se pierden las diferencias indicadas en el cladograma que incluye el carácter *d* (Fig. 3), donde el OTU 9 se junta al grupo C sólo en el nivel 0.994.

Un nuevo cladograma fue construido esta vez con ausencia de un carácter del peso individual más bajo: 0.018, el carácter *f*, ver fig. 5. En este cladograma se observa también una baja en los niveles de agrupación, se mantienen sin variación las agrupaciones B, A y C; el cambio más notable sucede también con el OTU 9, el que se une al grupo C al mismo nivel que lo hace el OTU 11. No se puede, aparentemente, obtener otras conclusiones de este experimento, *salvo que las agrupaciones se forman a niveles de disimilitud más altos cuando disminuye el número de caracteres; que las líneas del fenón se forman al mismo nivel en todos los cladogramas con igual número de caracteres (éste se corrobora más adelante cuando se construyen cladogramas con otro número de caracteres) y que el peso individual de un carácter no es un factor importante en la formación de agrupaciones.*

El peso relativo de los caracteres

Los pesos individuales de los caracteres no afectan la formación de agrupaciones ni proporcionan una aplicación a las nuevas reagrupaciones que originan cuando estos pesos se modifican.

Si se usa el peso relativo (PR) de los caracteres en vez del individual, la situación es igual.

El peso relativo se obtiene al dividir el peso individual por el peso menor del grupo, en este experimento 0.018.

$$PR = \frac{PI}{\text{PI menor del grupo}}$$

De la aplicación de esta fórmula se obtienen los siguientes pesos relativos (en paréntesis se indica el PI para comparación). Ver cuadro 4.

Carácter	PR	PI
a	1.94	0.035
b	2.78	0.050
c	3.45	0.062
d	4.61	0.083
e	1.11	0.020
f	1.00	0.018
g	1.11	0.020
h	2.78	0.050
i	1.28	0.023
j	1.00	0.018
k	1.00	0.018
l	1.28	0.023

Cuadro 4.– Peso relativo (PR) e individuales (PI) de los caracteres.

Al agrupar los caracteres por peso tanto individual como relativo, éstos se agrupan en igual forma. Ver cuadro 5.

PI	PR	Carácter
0.083	4.61	d
0.062	3.45	c
0.050	2.78	b, h
0.035	1.94	a
0.023	1.28	i, l
0.020	1.11	e, g
0.018	1.00	f, j. k

Cuadro 5.– Agrupaciones de caracteres de acuerdo a sus pesos individuales y relativos.

Planteamiento de prueba

Con el objeto de observar los cambios que produce en un cladograma la adición o sustracción de caracteres en función de su peso relativo, se confeccionaron cladogramas sin los caracteres que se indican en el cuadro 6.

Carácter	Peso Relativo Total	Cladogram.Fig.
d	4.61	4
f	1.00	5
c	3.45	6
i	1.28	7
h	2.78	8
f y j	2.00	9
e y j	2.11	10
e y g	2.22	11
b y h	5.56	12
h é i	4.06	13
a, c y k	6.39	14
b, e y g	5.00	15
b, c y g	7.34	16
d, f y j	6.61	17
d, f, j y k	7.61	18
a, b, h y g	8.61	19
c, j, k y l	6.73	20

Cuadro 6.– Caracteres sustraídos para el experimento y los totales de sus pesos relativos. Se indica la figura correspondiente al cladograma resultante.

Algunos pesos realtivos totales de los caracteres o grupos de ellos sustraídos, son similares: h é i (4.06) aprox. d (4.61); b, e, g(5.00) aprox. b y h (5.56); b, c y g (7.34) aprox. d, f y k (7.61); a, c y k (6.39) aprox. d, f y j (6.61).

Los cladogramas correspondientes se entregan en las Figs. 4-20.

Resultados

En general se observa que todos los cladogramas varían al restarle algún carácter, al menos se modifican las líneas del fenón.

En todos los cladogramas se mantienen con ligeras modificaciones las 5 agrupaciones del cladograma con todos los caracteres: 2, 8, 5 (A); 10, 7, 4, 1 (B); 11, 6, 3 (C); 9 (D); 12 (E).

Al restar el carácter *i*, no se produce ninguna variación salvo las descritas anteriormente. Al restar los caracteres *a, c* y *k* (Fig. 15), se produce una fuerte modificación en la posición de los OTUs 11, 6, 7 y 8.

Al restar los caracteres *b, e* y *g* (Fig. 16) hay fuerte modificación en la posición de los OTUs 8, 5 y 10, además los OTUs 9 y 12 intercambian de posición.

Cuando se restan los caracteres *b, c* y *g* (Fig. 17), el OTU 12 se une al grupo *b* en lugar de hacerlo al grupo *c*, como sucede en el cladograma anterior (*b, e, g*).

Cuando se restan los caracteres *d, f* y *j* (Fig. 18) se altera ligeramente la posición de los OTUs 6 y 10, y fuertemente la del 9.

Al restar los caracteres *d, f, j* y *k* (Fig.19) se altera notablemente la posición de los OTUs 9 y 2, este último queda sin agruparse al unirse al nivel 1.158; los OTUs 7 y 4 prácticamente intercambian posiciones y el 10 se une a su grupo (B) muy abajo (nivel 1.113).

Los mayores cambios se producen cuando el cladograma no incluye los caracteres *a, b, h* y *g* (Fig. 20); en este caso, dejan de diferenciarse los OTUs 8 y 2, 6 y 3, 10 y 4, quedan más próximo el OTU 8 al 2 que al 5, como sucede en el cladograma con los 12 caracteres; además el OTU 9 pierde su agrupación.

Conclusiones

La sustracción de un carácter afecta la ubicación de algunos OTUs en especial, pero ésto no es dependiente del peso del carácter. Así por ejemplo el carácter 9 tiene influencia en la agrupación de los OTUs 2, 9 y 10, pero sólo cuando es sustraído junto con otros caracteres; cuando se sustrae solo, no causa variaciones (Fig. 8).

Aparentemente el carácter 8 es el que produce mayores cambios cuando no está presente (Fig. 9, 13, 14 y 20), sin embargo el peso relativo (PR) de este carácter (2.78) no tiene un valor especial dentro del total de caracteres.

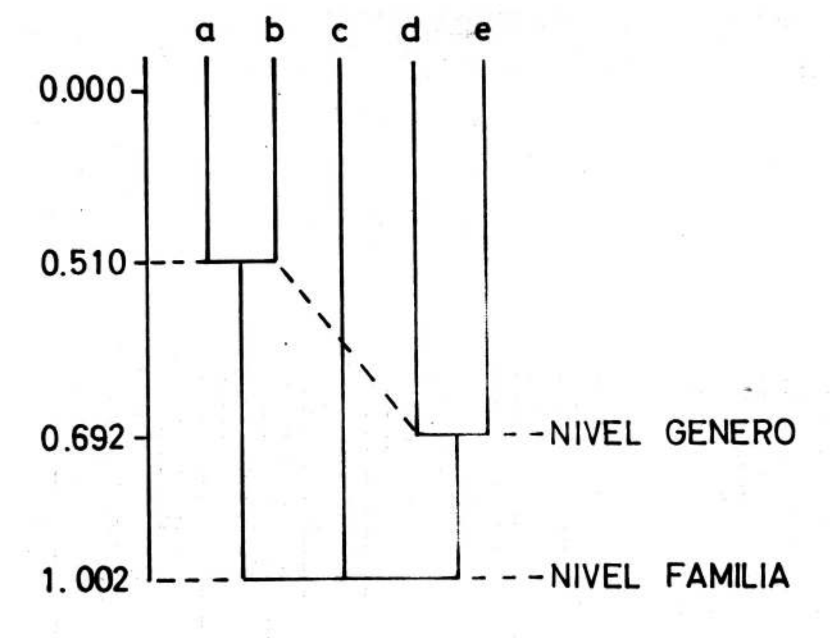


FIG. 1 NIVEL GENERICO AJUSTADO POR EL AUTOR.

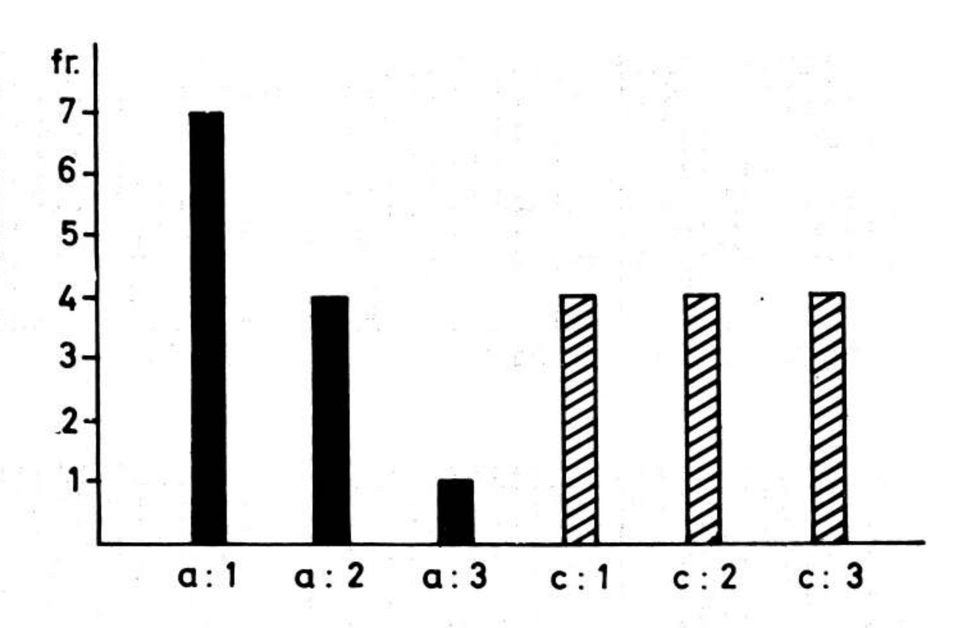
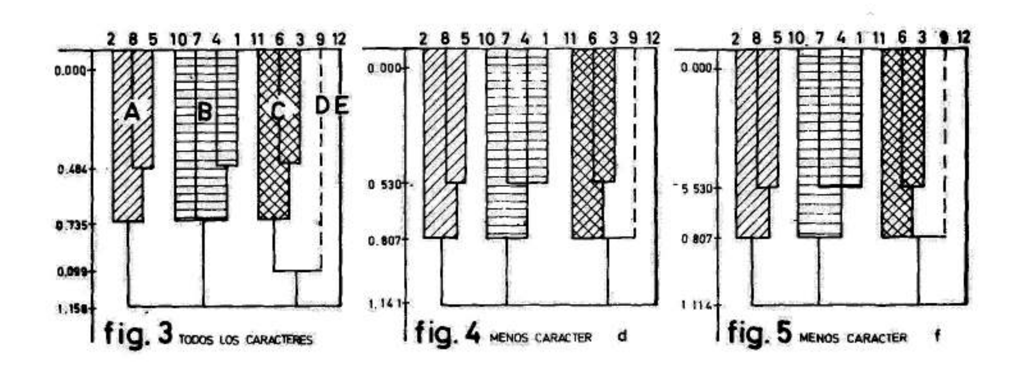
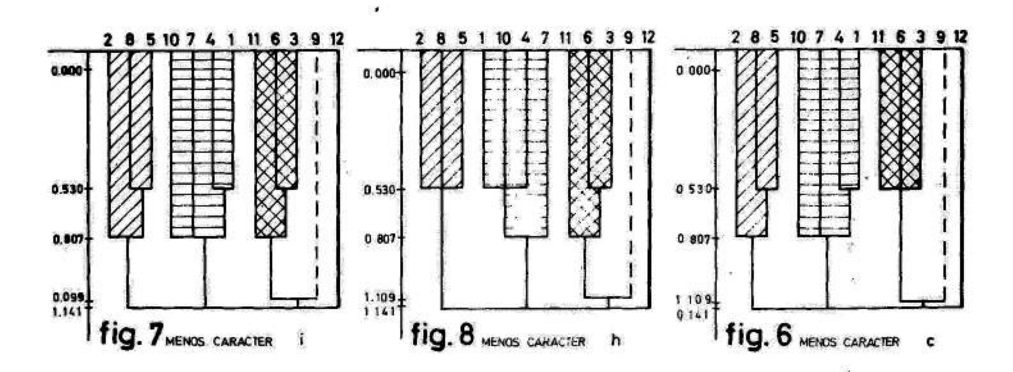
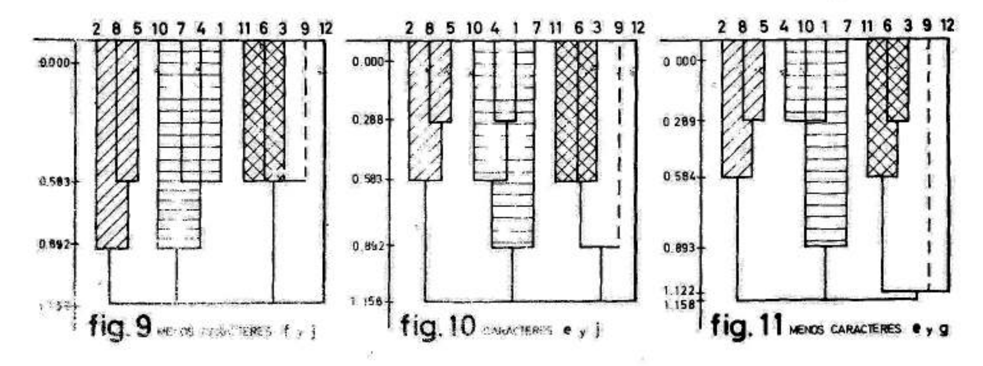


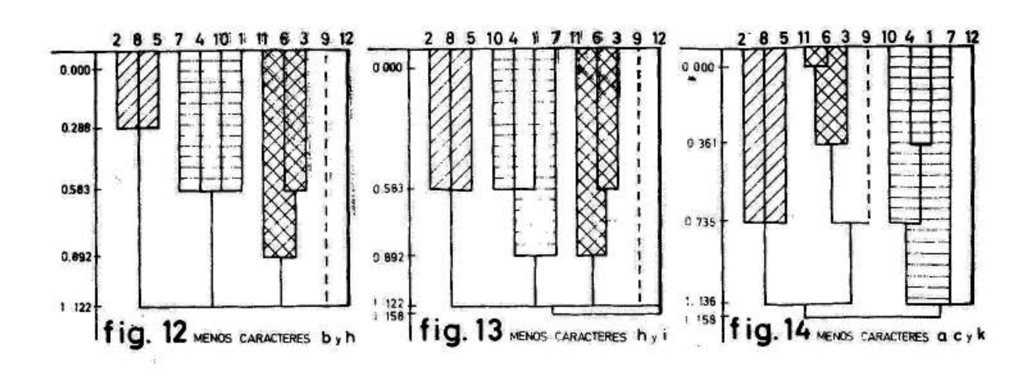
FIG. 2 GRAFICO DE LAS FRECUENCIAS RELATIVAS DE LOS CARACTERES a Y c (a: 1 = CARACTER a, ESTADO 1).

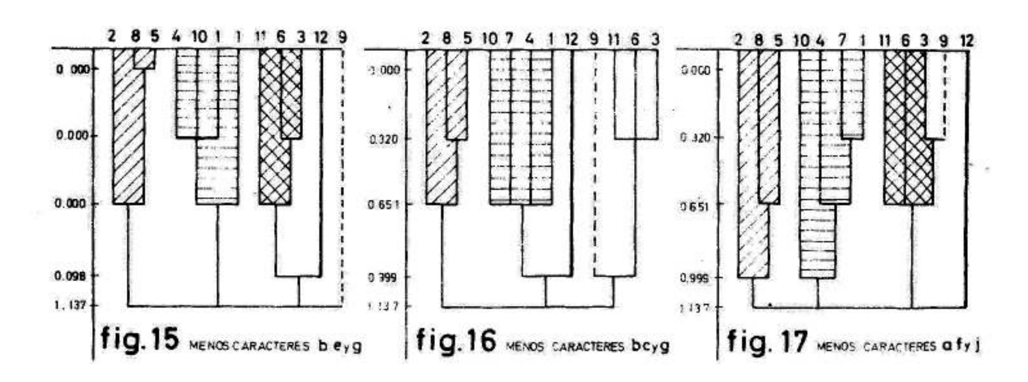


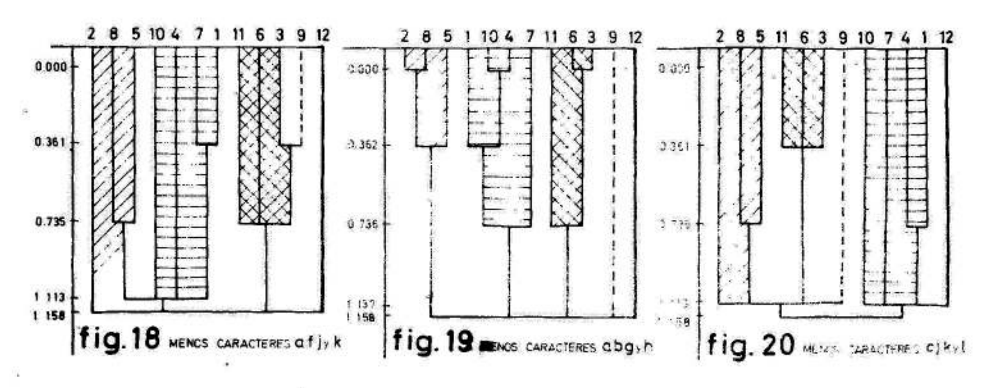




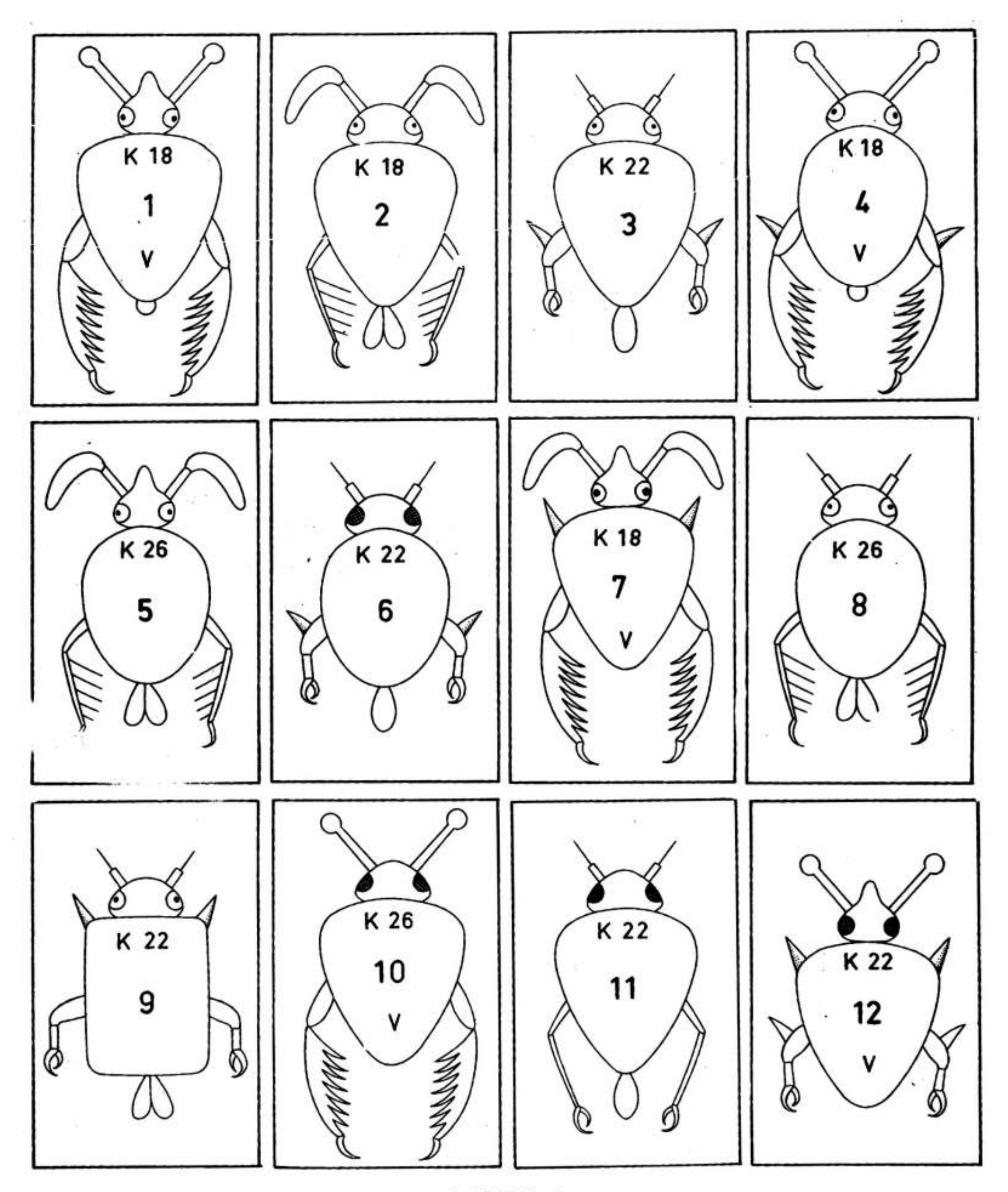
[illegible] FIG. 3 QUE RESULTA DE USAR TODOS LOS CARAC- [illegible] IVAS FIGURAS.







FIGS. 12 - 20 CLADOGRAMAS RESULTANTES DE SUSTRAER CARACTERES. LOS CARACTERES [illegible] RESPECTIVAS FIGURAS.


K 18
1
V
K 18
2
K 22
3
K 18
4
V
K 26
5
K 22
6
K 18
7
V
K 26
8
K 22
9
K 26
10
V
K 22
11
K 22
12
V

LAMINA I

Se observa también que la suma de los PR no tiene relación con las modificaciones que se producen en los cladogramas.

El elemento más modificador es el número de caracteres que se usan, si el número de caracteres disminuye, las líneas del fenón se forman a niveles más altos de disimilitud (más bajo en el cladograma). Sin embargo algunos OTUs perderán sus diferencias si los caracteres no usados constituyen los únicos que los separan. Ej. OTUs 8 y 2; 6 y 3; 10 y 4, en el cladograma sin los caracteres 1, 2, 8 y 7 (Fig. 20).

El número de OTUs estudiados no afecta especialmente las agrupaciones puesto que éste influye sólo en el cálculo del peso relativo, el cual, como se observa, no tiene valor para este efecto.

La posición de un OTU no es predecible antes de usar el algoritmo de agrupación y la ordenación final se producirá por una interrelación de los caracteres cuya sensibilidad es dada por el algoritmo usado. De donse se concluye que diferentes algoritmos podrán dar resultados diferentes de agrupaciones.

Se podría concluir que si bien un estudio por sistemática Alfa no tiene más valor que el que le otorga la calidad del experto que la usa, la Taxonomía Numérica puede ocasionar similares desacuerdos entre sus usuarios, dependiente del algoritmo que se elija para su análisis.

El mejor resultado en la práctica sistemática se obtendrá usando ambos métodos: la Taxonomía Numérica aporta una buena aproximación y la Sistemática Alfa una comprensible solución.

El autor no ha podido sacar otras conclusiones. Al entregar todos los resultados del planteamiento y los cladogramas obtenidos, deja material para que otros investigadores trabajen sobre ellos y obtengan conclusiones propias que puedan agregarse a las presentadas o modificarlas.

BIBLIOGRAFIA

ARTIGAS, J. N., 1971. Las estructuras quinitizadas de la spermatheca y funda del pene de los asilidos y su valor sistemático a través del estudio por taxonomía numérica. Gayana Zoo., *18*, 106 pp. 138 figs.

BOARDMAN, A. H. Cheetham and P. L. Cook, 1969. Intracolony variation and the genus concept in Bryozoa. Proc. North Am. Paleontological Convention. Part C: 294-320.

BRUNDIN, L., 1966. Transantartic relationships and their significance, as evidenced by chironomid midges. Kungl. Svenska vete. Hand., *11*(1): 11-65.

REIJSBERGEN van, C. J., 1970. Algorith 52: A Fast hierarchic clustering algorithm. The computer Journal, *13* (3): 324-326.

ROGERS, D. J. and T. T. Tanimoto, 1960. A Computer program for classifying plants. Science, *132*, 3434: 1115-1118.